

## DENSIDADE DE AMOSTRAGEM E COMPLEXIDADE DE ÁREA EM LEVANTAMENTOS PEDOLÓGICOS EXECUTADOS NO BRASIL<sup>1</sup>

Antonio José Wilman Rios<sup>2</sup>, Huberto José Kliemann<sup>3</sup>,  
Virlei Álvaro de Oliveira<sup>4</sup>, Paulo Klinger Tito Jacomine<sup>5</sup>

### ABSTRACT

#### SAMPLING DENSITY AND LANDSCAPE COMPLEXITY IN SOIL SURVEYS CARRIED OUT IN BRAZIL

This study aimed to contribute to the establishment of norms and criteria for future soil surveys, assessing soil sampling density data. Soil surveys from several environments in the Brazilian territory were selected and carried out in accordance with the National Soil Research Center (CNPS, Embrapa, Brazil) protocols. Soil surveys were grouped as generalized, intermediate and detailed levels. For the first one, thirteen exploratory surveys developed by the Radambrasil Project, reaching the five main Brazilian geographical areas, and one exploratory-recognition soil survey carried out by Embrapa (SNLCS), published in a 1:1.000.000 mapping scale, were used. For the intermediate level, selected soil surveys were divided in Group I and Group II, with mapping scales of 1:100.000 (Group I), 1:65.000 and 1:50.000 (Group II). Detailed soil surveys were made in Central West sites of the country, with mapping scales ranging from 1:10.000 to 1:4.000. The main results showed that on generalized, intermediate and detailed survey levels, average densities were of one sampling point (complete profile plus extra sample) per 146378 ha, 4448 ha and 29 ha, respectively. Sampling density was closely related to landscape complexity (number of polygons per area unit), but it was not correlated to area complexity (number of polygons or spots per area unit) on the soil maps.

**KEY-WORDS:** Soil survey; sampling density; landscape complexity.

### INTRODUÇÃO

O número de amostras que deve ser coletado nos levantamentos pedológicos tem sido objeto de discussões, motivadas por razões tanto de ordem técnica, quanto financeiras e operacionais, considerando-se que esse número tem influência direta nos custos e no tempo de execução. É consensual,

### RESUMO

Com o intuito de fornecer subsídios e contribuir para o estabelecimento de normas e critérios para execução de futuros levantamentos pedológicos no Brasil, avaliaram-se dados de densidade de amostragem. Partindo-se de levantamentos de solos de vários ambientes do território brasileiro, executados conforme normas do Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), da Embrapa Solos, selecionaram-se e agruparam-se os mesmos em generalizados, intermediários e detalhados. Na primeira categoria, usaram-se treze levantamentos exploratórios do Projeto Radambrasil, englobando as cinco regiões geográficas brasileiras, e um levantamento exploratório-reconhecimento da Embrapa (SNLCS), publicados na escala de 1:1.000.000. Na categoria dos intermediários, escolheram-se trabalhos, discriminando-os em Grupo I (escala 1:100.000) e Grupo II (escala de 1:65.000 e 1:50.000). Levantamentos detalhados, com escalas de 1:10.000 a 1:4.000, da região Centro-Oeste, constituíram os trabalhos da categoria dos detalhados. Os resultados mostram que, nos três níveis de levantamento (generalizados, intermediários e detalhados), as densidades médias de amostragem foram de um ponto amostral (perfil completo + amostra extra) por 146.378 ha, 4.448 ha e 29 ha, respectivamente. A densidade de amostragem mostrou relação com a complexidade da paisagem, definida pelo número de unidades de mapeamento por unidade de área, mas não se relacionou com a complexidade de área, quando definida pelo número de polígonos ou manchas definidas nos mapas de solos por unidade de área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Levantamento de solos; densidade de amostragem; complexidade de área.

apenas, que o número de amostras é dependente de inúmeros fatores, tais como características da região (arranjo e complexidade dos solos), nível e objetivos do levantamento (Santos et al. 2005, 1989, Souza 1995, Oliveira 2005).

O número de amostras de solos tem grande importância nos levantamentos, determina a sua qualidade técnica e fornece uma série de informações

1. Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás (UFG) / Programa de Pós-graduação em Agronomia. Trabalho recebido em ago./2006 e aceito para publicação em mar./2008 (nº de registro: PAT 709).

2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). E-mail: rios@ibge.gov.br

3. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos / UFG. E-mail: kliemann@agro.ufg.br

4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Professor convidado no PPGA/UFG. E-mail: virlei@ibge.gov.br

5. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). E-mail: pauloklinger@hotmail.com

imprescindíveis à caracterização dos solos. Participa, diretamente, nas avaliações interpretativas dos mapas elaborados, e, indiretamente, na composição dos preços finais dos levantamentos, que são determinantes nos processos licitatórios e na sua qualidade. Por essa razão, há uma forte pressão sobre o dimensionamento da amostragem.

Obras internacionais como *Soil Taxonomy* (Estados Unidos 1999), *Soil Survey Manual* (Estados Unidos 1993) e *Field Book for describing and sampling soil* (Schoeneberger et al. 1998), nem chegam a mencionar frequência de amostragem. Os dois últimos referem-se apenas a métodos de prospecção, com o propósito de execução de observações de campo e forma de coleta de amostras de solos. O *Manual de Método de Trabalho de Campo*, lançado em 1963, pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, com sua edição mais recente em 2005 (Santos et al. 2005), e outros manuais (Marques 1971, Ranzani 1969), também não abordam o assunto.

Dos trabalhos pesquisados que tratam deste tema (Santos et al. 1995, Resende et al. 1995, Prado 2001), os autores declaram que a amostragem deve ser suficiente para definir as unidades de mapeamento e, adicionalmente, possibilitar a estimativa das amplitudes de variação das características diferenciais de unidades taxonômicas. O que se tem hoje, no Brasil, como indicativo, após inúmeras discussões, é o trabalho da Embrapa/SNLCS (Santos et al. 1995), adaptado por Oliveira (2005), em que se atribui um número de amostragem mínima para definir uma unidade taxonômica por tipo de levantamento.

Este estudo objetivou coletar dados de amostragens de vários levantamentos de solos realizados no Brasil; determinar a densidade de amostragem para cada unidade de mapeamento (UM), a fim de estabelecer possíveis correlações desta com a complexidade da paisagem; indicar dados médios de amostragem e respectivos intervalos de variação praticados por regiões e categorias de levantamentos; inventariar os procedimentos amostrais adotados nos levantamentos de solos realizados no território brasileiro, sobretudo aqueles de instituições oficiais, e, assim, estabelecer referências para futuros levantamentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na primeira etapa do presente trabalho de pesquisa, escolheram-se trabalhos de levantamentos

que, ao mesmo tempo, se enquadrassem nas normas definidas pelo CNPS (Embrapa Solos) e fossem representativos de diferentes situações do território brasileiro, com níveis de abordagem diferenciados. Deu-se preferência aos trabalhos realizados pelo CNPS (Embrapa) ou por outros organismos oficiais dos governos federal e estadual. Para facilitar a comparação dos dados, agruparam-se os trabalhos consultados em três categorias de detalhamento: generalizados, intermediários e detalhados. Na primeira, juntaram-se trabalhos em nível exploratório e exploratório-reconhecimento, com mapas publicados na escala de 1:1.000.000; na segunda, foram contemplados aqueles com mapas em escalas de 1:50.000 e 1:100.000; e, na terceira, aqueles com escalas maiores que 1:10.000. Na categoria dos generalizados, buscaram-se trabalhos realizados nas várias regiões geográficas brasileiras e em algumas especiais, como o semi-árido do NE brasileiro e o pantanal mato-grossense.

Nos levantamentos generalizados, trabalhos do Projeto Radambrasil, foram utilizados, por causa da metodologia similar à aplicada no território brasileiro, apesar de os procedimentos operacionais terem variado, por causa dos diversos graus de dificuldade de acesso e das peculiaridades de cada região estudada. Para os levantamentos intermediários, na medida do possível, priorizaram-se os trabalhos realizados por entidades oficiais e pelo CNPS. Por causa da não disponibilidade de trabalhos representativos de todas as regiões brasileiras, elaborados com a mesma sistemática operacional, e, portanto, passíveis de comparação, não se utilizaram trabalhos de todas as regiões. Nos levantamentos detalhados, pela mesma razão, também não se fez a comparação regional, tendo sido consultados apenas trabalhos realizados na região Centro-Oeste. Resumidamente, os levantamentos aqui considerados, com os respectivos títulos, níveis, escalas, órgãos executores e referências bibliográficas estão listados na Tabela 1 e sua localização na Figura 1.

### *Desenvolvimento dos trabalhos*

Para possibilitar a comparação entre trabalhos de diversas regiões, realizados em épocas diferentes, procedeu-se, para alguns dos trabalhos consultados: a) à uniformização das classes de solos, conforme as "Classes Gerais de Solos do Brasil", definidas em

Tabela 1. Levantamentos de solos consultados considerados na pesquisa, executados por Radambrasil, Embrapa, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário (Agência Rural - Goiás), IBGE e Empa-MT.

Categoria de Levantamento	Regiões	Levantamentos			Órgãos Executores	Referências bibliográficas
		Títulos <sup>1</sup>	Níveis <sup>2</sup>	Escalas		
Generalizados	N	Manaus	E	1:1.000.000	RADAMBRASIL	Yamazaki <i>et al.</i> (1978)
		Purus	E			Leão <i>et al.</i> (1978)
		Porto Velho	E			Amaral Filho <i>et al.</i> (1978)
	NE	Maranhão	E/R		EMBRAPA RADAMBRASIL	Jacomine <i>et al.</i> (1986)
		Salvador	E			Silva <i>et al.</i> (1981)
	CO	Aracaju	E			Wake <i>et al.</i> (1983)
		Cuiabá	E			Oliveira <i>et al.</i> (1982)
		Goiânia	E			Novais <i>et al.</i> (1983)
	SE	Corumbá	E			Orioli <i>et al.</i> (1982)
		Rio de Janeiro	E			Oliveira <i>et al.</i> (1983)
		Parapanema	E			Oliveira <i>et al.</i> (1984)
S	Rio Doce	E			Santos <i>et al.</i> (1987)	
	Porto Alegre	E			Ker <i>et al.</i> (1986)	
	Curitiba	E			Oenning <i>et al.</i> (1984)	
	Distrito Federal	R			1:100.000	EMBRAPA
Intermediários	Grupo I	SE Campinas	SD		IAC	Oliveira <i>et al.</i> (1979)
		SE São Carlos	SD			Oliveira & Prado (1984)
	Grupo II	CO Emas	RAI	1:65.000	AG. RURAL -GO RADAMBRASIL AG. RURAL -GO EMBRAPA	Oliveira <i>et al.</i> (2003a)
		N Machadinho	RAI	1:50.000		Amaral Filho <i>et al.</i> (1984)
		CO João Leite	RAI			Oliveira <i>et al.</i> (2003b)
		SE Rio de Janeiro	SD			Palmieri & Santos (1980)
Detalhados	CO	Taquara	D	1:10.000	IBGE EMPA-MT IBGE	Oliveira & Costa (1995)
		Tangará da Serra	D			Orioli (1985)
		Senador Canedo	D	1:4.000		Oliveira & Fraga (1995)
		Jataí	D			Oliveira & Fraga (1997)

<sup>1</sup> - Nomes de referência dos trabalhos consultados e citados no texto.

<sup>2</sup> - E - exploratório; R - reconhecimento; RAI - reconhecimento de alta intensidade; SD - semidetalhado; D - detalhado.

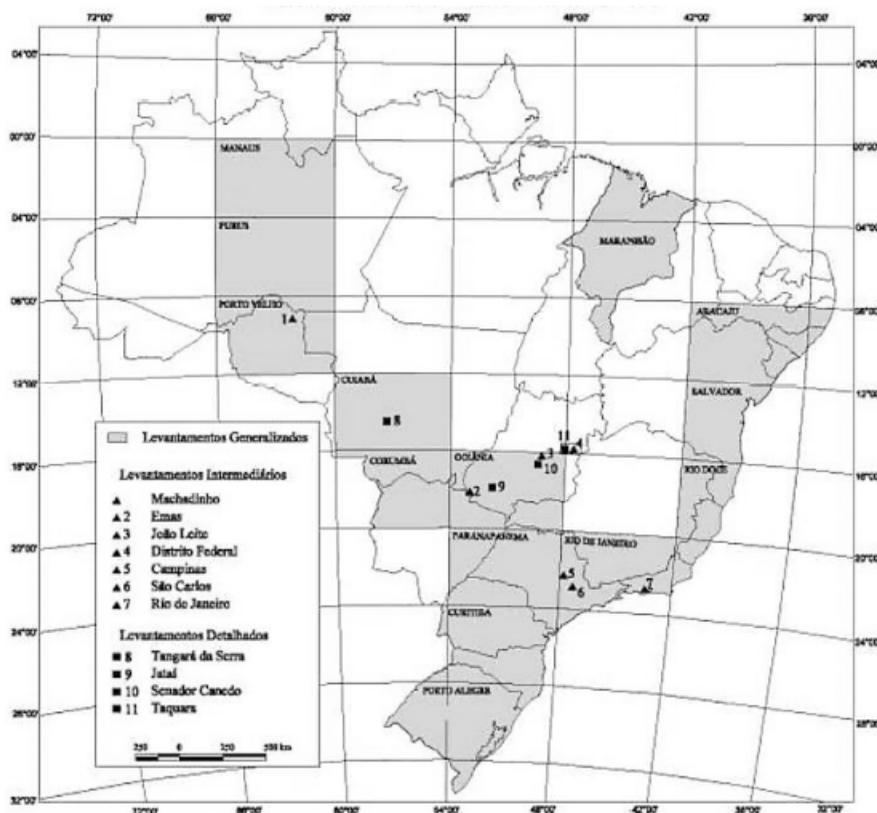


Figura 1. Localização geográfica dos levantamentos de solos consultados para esta pesquisa, nas respectivas folhas.

Oliveira et al. (1992) e Souza (1995); b) à determinação de índices de complexidade da paisagem, definidos pela relação entre o número de unidades de mapeamento e a área total de abrangência do trabalho (UM/A), e entre a quantidade de polígonos (manchas) e área total (P/A), onde a relação P/A somente foi feita nos levantamentos intermediários e detalhados; c) à densidade da amostragem, que é definida pela relação área total de abrangência/amostragem total (AT), em que AT corresponde ao somatório dos perfis completos (PC), mais amostragens extras (AE).

Além disso, também foram contabilizados o número de amostragem (perfil completo, amostragem extra e total da amostragem – PC + AE) por classe de solos, por área e por levantamento; a área total mapeada (A); o número de unidades de mapeamento constituintes das legendas (UM); e o número de polígonos delimitados nos mapas (manchas – P). Não foram incluídas amostragens referentes a solos caracterizados como inclusões nas unidades de mapeamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Levantamentos generalizados*

A densidade média geral determinada foi de um ponto amostral a cada 146.378 ha (1.464 km<sup>2</sup>), mostrando diferenças entre os dados dos levantamentos das várias regiões geográficas brasileiras, principalmente da região Norte (Tabela 2). Ela apresenta a menor densidade de amostragem, o menor número de unidades de mapeamento e uma das menores médias de amostragem total. Conforme informações contidas nos trabalhos consultados do Projeto Radambrasil, o acesso, na época dos levantamentos, foi muito difícil, em vários locais, contribuindo para o menor volume de trabalhos de campo, e, conseqüentemente, para a menor densidade de amostragem. Executaram-se os trabalhos de campo usando-se transporte aéreo e fluvial, o que impossibilitou sua execução nos mesmos moldes das demais regiões do país, cujas principais vias de acesso são as estradas. Embora se tenha realizado um trabalho relevante e de reconhecida importância, o mapeamento exploratório de solos da região Norte, com base nos dados levantados, não deve ser tomado como referência para as demais regiões. Por isso, acredita-se que, por razões de ordem operacional, os

dados obtidos são insuficientes para representar a realidade.

Os trabalhos realizados nas regiões Sul e Centro-Oeste apresentam as maiores densidades de amostragem (AT/A e PC/A) e de complexidade de paisagem intermediária, definida pela relação UM/A. Por outro lado, os trabalhos das regiões Nordeste e Sudeste mostram maior complexidade de paisagem (UM/A) e, no Nordeste, observaram-se as menores densidades de amostragem. Estes dados demonstram que a densidade de amostragem, para os levantamentos consultados, não se relacionou com a forma e o arranjo dos solos na paisagem, definida pela relação UM/A, isto é, foi independente da maior ou menor complexidade da paisagem. Naturalmente, é de se esperar que esta relação seja positiva, pois, quanto maior a variação dos componentes ambientais, maior será a variabilidade dos solos (Jenny 1941).

Os resultados podem ser justificados, ou melhor compreendidos, pela seguinte razão: os levantamentos executados pelo Projeto Radambrasil foram escolhidos propositalmente para facilitar as comparações, por terem sido realizados no território brasileiro, praticamente com os mesmos procedimentos operacionais. A exceção foi o levantamento de solos realizado no Estado do Maranhão.

Mesmo tendo sido realizados por uma mesma instituição, embora por técnicos distintos, não se pode ignorar que, para algumas regiões, como é o caso da região Centro-Oeste, os trabalhos são praticamente inéditos, enquanto para outras não. Para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, outros trabalhos contemplando alguns estados, ou pequenas porções deles, já existiam, realizados principalmente pela Embrapa. Na região Centro-Oeste, os executores dos levantamentos usaram a mesma amostragem sistemática, de acordo com a representatividade dos solos nas diversas paisagens, tendo sido essa amostragem contabilizada na íntegra (Oliveira et al. 1982, Orioli et al. 1982, Novaes et al. 1983;). Nas demais regiões (Nordeste, Sudeste e Sul), este ineditismo não existiu e, por isso, os trabalhos pré-existentes interferiram nos procedimentos das equipes do Projeto Radambrasil, no que concerne à amostragem. Na região Sul, houve intenso aproveitamento da amostragem pré-existente, não tendo ocorrido o mesmo nas regiões Sudeste e Nordeste, conforme é esclarecido nos próprios trabalhos consultados (Jacomine et al. 1986, Oliveira et al. 1983, Ker et al. 1986).

Tabela 2. Dados de densidade de amostragem e complexidade da área para os levantamentos generalizados, executados por Radambrasil e pela Embrapa.

Regiões Geográficas	Levantamentos	Área (ha)	UM (N <sup>o</sup> .)	Amostragem <sup>1</sup> (N <sup>o</sup> .)		Densidade de Amostragem <sup>2</sup>		Complexidade da Área UM / A (10 <sup>-6</sup> )
				AT	PC	PC : A	AT : A	
Norte	Manaus <sup>1</sup>	29.516.000	96	108	108	1:273.296	1:273.296	3,25
	Purus <sup>1</sup>	29.376.000	52	126	126	1:233.143	1:233.143	1,77
	Porto Velho <sup>1</sup>	26.211.000	70	213	211	1:124.223	1:123.056	2,67
	Média	28.367.667	73	149	148	1:210.221	1:209.832	2,56
Nordeste	Maranhão <sup>2</sup>	32.866.300	196	159	73	1:450.223	1:206.706	5,96
	Salvador <sup>1</sup>	15.613.000	240	127	48	1:325.271	1:122.937	15,37
	Aracaju <sup>1</sup>	28.540.000	466	120	103	1:277.087	1:237.833	16,33
	Média	25.673.100	301	135	75	1:350.860	1:189.159	12,55
Centro-Oeste	Cuiabá <sup>1</sup>	28.677.000	189	256	253	1:113.348	1:112.020	6,59
	Goiania <sup>1</sup>	28.121.200	180	276	255	1:110.279	1:101.888	6,4
	Corumbá <sup>1</sup>	19.396.000	190	217	186	1:104.280	1:89.382	9,8
	Média	25.398.067	186	250	231	1:109.302	1:101.097	7,6
Sudeste	Rio de Janeiro <sup>1</sup>	27.138.000	292	169	93	1:291.806	1:160.580	10,76
	Paranapanema <sup>1</sup>	27.431.000	181	208	143	1:191.825	1:131.880	6,6
	Rio Doce <sup>1</sup>	11.928.000	202	125	71	1:168.000	1:95.424	16,93
	Média	22.165.667	225	167	102	1:217.211	1:129.295	11,43
Sul	Porto Alegre <sup>1</sup>	27.107.000	199	227	106	1:255.726	1:119.414	7,34
	Curitiba <sup>1</sup>	26.965.000	182	315	158	1:170.665	1:85.603	6,75
	Média	27.036.000	191	271	132	1:213.195	1:102.509	7,05
Média Geral		25.728.100	195	194	138	1:220.158	1:146.378	8,24

<sup>1</sup>- AT: Amostragem total; UM: Unidade de Mapeamento; PC: Perfil Completo; A: Área; <sup>2</sup>- Densidade de amostragem - Número de amostras : Unidade de área (em hectares).

Nas áreas onde os levantamentos não foram pioneiros, os trabalhos pré-existentes forneceram informações suficientes, ou pelo menos contribuíram com muitas informações para o conhecimento e caracterização dos principais solos. Isso facultou aos executores, por razões ora econômicas, ora operacionais, aproveitar as informações anteriores. Dadas as peculiaridades dos trabalhos executados em cada região, pode-se deduzir que a amostragem que foi praticada no Brasil variou, principalmente, com o grau de dificuldade de elaboração dos trabalhos de campo. O exemplo mais eloqüente é a região Norte, onde a amostragem foi ainda mais escassa pela dificuldade de acesso.

#### Levantamentos intermediários

A densidade de amostragem total (AT:A) apresenta grande variação para essa categoria de levantamentos, em especial para aqueles cujos mapas foram apresentados na escala 1:100.000 (Grupo I). A densidade média de amostragem desse grupo foi de 1:2.703 ha (um ponto amostral para cada 2.703 ha), tendo, no entanto, sido encontrados valores de 1:7.090 ha, no Distrito Federal, até 1:410 ha, na quadrícula Campinas (SP).

Nos trabalhos do Grupo I, a variação é atribuída ao elevado número de amostras extras (perfis não completos) coletadas nos trabalhos das quadrículas de Campinas e de São Carlos. Para esses, empregaram-se critérios de amostragem com propósitos estatísticos, ou seja, a metodologia usada não seguiu os mesmos critérios adotados para os levantamentos de solo convencionais, embora, ainda assim, fossem similares para perfis completos (PC).

A se considerar apenas a densidade de amostragem, elaborada com base no número de perfis completos (PC/A), esta distorção é corrigida e se observa, então, que a variação se relaciona com a complexidade da área indicada pela relação UM/A, embora não apresente nenhuma relação com o índice de complexidade indicado pela relação P/A. Assim, para este grupo, a variação da amostragem está associada ao número de paisagens distintas passíveis de separação cartográfica, que constituem as unidades de mapeamento (UM), porém, sem mostrar relação com o padrão de distribuição destas unidades na paisagem, retratada pela relação P/A.

A inexistência de relação da densidade de amostragem (DA) com o índice P/A pode ser entendida, se for considerado que nas categorias de maior detalhamento os trabalhos de campo constituem

uma das ferramentas decisivas para a separação e a caracterização dos diversos ambientes (Oliveira 2005). Conseqüentemente, cabe ao executor do levantamento a tarefa de percorrer alguns dos ambientes da área (UMs) e, então, direcionar a amostragem, levando-se em conta a variação de solos. Por outro lado, sem um bom controle de campo, a interpretação dos sensores (imagens ou fotografias, etc.) tende a comandar o direcionamento da amostragem. Assim, a maior complexidade da área determina, desnecessariamente, às vezes, maior amostragem. Em resumo, a complexidade da área definida pelo índice P/A não foi determinante, sugerindo que, em alguns casos, este índice não seja o mais adequado para estabelecer complexidade.

Na categoria de levantamentos intermediários, a complexidade de paisagem, definida pelos dois índices, foi determinante para a composição da amostragem nos diversos trabalhos (Tabela 3). No trabalho Emas (entorno do Parque Nacional das Emas – GO/MS/MT), a densidade de amostragem foi de um ponto amostral para cada 17.393 hectares, associada aos menores índices de complexidade de área (UM/A e P/A) dentro dos dois Grupos. A região objeto desse trabalho é toda constituída de vegetação de Cerrado, com predomínio das tipologias mais campestres. Apresenta relevos aplanados (plano e suave ondulado), dispostos em duas superfícies distintas: uma conservada e mais elevada (platô), e outra mais rebaixada. Na primeira desenvolveram-

se os Latossolos argilosos e, na segunda, inteiramente assentados sobre arenitos da Formação Botucatu, alternam-se Neossolos Quartzarênicos e Latossolos de textura média. No conjunto, constituem uma área relativamente homogênea, com grandes superfícies contínuas.

Por outro lado, o trabalho do projeto João Leite (Oliveira et al. 1983b) contém uma parte de relevos suaves, entrecortados por terraços e planícies de inundação e uma parte acidentada, que engloba desde vales suaves até encostas escarpadas sob cobertura vegetal natural, variando de Cerrado a Florestas Caducifólia e Subcaducifólia. A geologia é representada por uma diversidade de rochas granulíticas de constituição desde básica até ácida, redundando num mosaico de unidades de mapeamentos. Esse trabalho é bastante distinto daquele do projeto Emas (Oliveira et al. 2003a), o que impôs a necessidade de trabalhos de campo mais intensivos e, logicamente, de maior amostragem, exibindo, para essa categoria, uma estreita relação de densidade de amostragem com a complexidade de área.

#### *Levantamentos detalhados*

A variabilidade da densidade de amostragem, considerando a amostragem total, ficou entre 1:49 ha e 1:21 ha e apresentou média de 1:29 ha, ou seja, um ponto amostral para cada 29 hectares. O levantamento Taquara (Oliveira & Costa 1995) apresentou

Tabela 3. Dados de densidade de amostragem e complexidade da área para os levantamentos intermediários, executados pela Embrapa, IAC, Agência Rural – GO e RadamBrasil.

Levantamentos	Área (ha)	U.M. (N <sup>o</sup> .)	P (N <sup>o</sup> .)	Amostragem <sup>1</sup> (N <sup>o</sup> .)		Complexidade da área		Densidade da amostragem		
				AT	PC	UM / A (10 <sup>-3</sup> )	P / A (10 <sup>-3</sup> )	AT : A	PC : A	
Grupo I	Distrito	581.400	59	2.002	82	32	0,10	3,44	1:7.090	1:18.169
	Campinas <sup>2</sup>	287.400	54	300	701	22	0,19	1,04	1:410	1:13.064
	São Carlos <sup>2</sup>	285.864	61	202	469	21	0,21	0,71	1:610	1:13.613
	Média	384.888	58	835	417	25	0,17	1,73	1:2.703	1:14.948
Grupo II	Emas <sup>3</sup>	260.888	14	87	15	9	0,05	0,33	1:17.393	1:28.988
	Machadinh	50.600	19	108	13	5	0,38	2,13	1:3.892	1:10.120
	João Leite <sup>3</sup>	20.273	13	76	17	10	0,64	3,75	1:1.193	1:2.027
	Rio de	126.160	40	453	55	55	0,32	3,59	1:2.294	1:2.294
	Média	114.480	22	181	25	20	0,35	2,45	1:6.193	1:10.857
Média Geral	249.684	40	508	221	22	0,26	2,09	1:4.448	1:12.903	

<sup>1</sup>- AT: Amostragem total; PC: Perfil Completo; UM: Unidade de Mapeamento; PA: Área; P: Polígonos; A: Área.

a menor densidade de amostragem, considerando-se tanto a amostragem total (AT) quanto apenas os Perfis Completos (PC). Os demais levantamentos – Tangará da Serra (Orioli 1985), Senador Canedo (Oliveira & Fraga 1995) e Jataí (Oliveira & Fraga 1997) – apresentaram valores equivalentes entre si, exceto para PC:A. Tal fato relaciona-se com a complexidade de paisagem retratada na relação UM/A, o que não se repete quando se considera a relação P/A, que pode ser considerada um reflexo da complexidade do arrançamento das unidades de mapeamento na paisagem (Tabela 4).

Para os levantamentos detalhados, observa-se que a densidade de amostragem, nas suas duas formas (AT:A e PC:A), apresenta valores distintos entre si, porém, relacionados com a complexidade da área, dada pelo índice UM/A, mas sem relação com o arrançamento das unidades de mapeamento na paisagem (P/A). Em síntese, para esta categoria de levantamento, a densidade de amostragem varia com a complexidade da paisagem, retratada pelo número de UM/A, porém, sem relação com a forma como este ambiente se apresenta (se continuamente ou não) pela relação P/A.

Tabela 4. Dados de densidade de amostragem e complexidade da área para os levantamentos detalhados, executados pelo IBGE e pela Empa – MT.

Levantamentos	Área (ha)	UM (Nº.)	P (Nº.)	Amostragem <sup>1</sup>		Complexidade da área <sup>2</sup>		Densidade da amostragem <sup>3</sup>	
				AT	PC	UM / A	P / A	AT : A	PC : A
Taquara	4.354	114	405	88	51	26,2	93,0	1:49	1:85
Tangará da Serra	215	7	7	10	8	32,6	32,6	1:21	1:27
Senador Canedo	358	14	20	16	7	39,1	55,9	1:22	1:51
Jataí	387	15	38	17	8	38,7	98,1	1:23	1:48
Média Geral	1.329	38	118	33	19	34,1	69,9	1:29	1:53

<sup>1</sup> AT: Amostragem total; PC: Perfil completo; <sup>2</sup> UM: Unidade de mapeamento; A: Área; P: Polígonos; <sup>3</sup> Densidade de amostragem - Número de amostras : Unidade de área (em hectares).

## CONCLUSÕES

1. Nos levantamentos generalizados, as peculiaridades regionais de ordem física e de infra-estrutura e de pré-existência de levantamentos de solos generalizados são determinantes para a configuração do quadro final de amostragem.
2. Nos levantamentos intermediários e nos detalhados, a densidade de amostragem mostra relação com a complexidade da paisagem (unidades de mapeamento por unidade de área).
3. Os dados dos levantamentos generalizados (exploratório e exploratório-reconhecimento - escalas de 1:1.000.000 ou pouco maiores) servem de referenciais para levantamentos em níveis de menor detalhe, exceto aqueles da região Norte.

## AGRADECIMENTO

Ao geólogo Péricles Prado (IBGE – Unidade Estadual de Goiás), pela confecção do mapa da Figura 1.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL FILHO, Z. P. do et al. *Levantamento pedológico de reconhecimento com alta intensidade, aptidão agrícola e zoneamento agrícola da gleba 01: projeto de assentamento Machadinho-RO*. Goiânia: Projeto Radambrasil, 1984. Não publicado.
- AMARAL FILHO, Z. P. do; NEVES FILHO, J. P.; CUNHA, N. G. da. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. DNPM. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro, IBGE, 1978. p. 253-375. (Levant. recursos naturais, v. 16).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Soil Survey Staff. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2. ed. Washington: USDA, 1999.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. *Soil survey soil manual*. Washington: USDA, 1993. (Revision and enlargement handbook, v. 18).
- FREITAS, F. G. de et al. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal*. Rio de Janeiro: Embrapa, 1978. (Boletim técnico, v. 53).

- JACOMINE, P. K. T. et al. *Levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Estado do Maranhão*. Rio de Janeiro: Embrapa, 1986. (Boletim de pesquisa, v. 35).
- JENNY, H. *Factors of soil formation: a system of quantitative pedology*. New York: McGraw-Hill, 1941.
- KER, J. C. et al. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 405-540. (Levantamento de recursos naturais, v. 31).
- LEÃO, M. S. S.; OLIVEIRA, A. B. de; SERRUYA, N. M. Pedologia: Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. DNPM. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 219-324. (Levantamento de recursos naturais, v. 17).
- MARQUES, J. Q. de A. *Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação*. Rio de Janeiro: Escritório Técnico de Agricultura Brasil - Estados Unidos, 1971.
- NOVAES, A. S. S. et al. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. p. 413-576. (Levantamento de recursos naturais, v. 31).
- OENNING, I. et al. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1984. (Levantamento de recursos naturais, v. 35). Não publicado.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. T. K.; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solo do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1992.
- OLIVEIRA, J. B. de; MENK, J. R. F; ROTTA, C. L. *Levantamento pedológico semidetalhado dos solos do estado de São Paulo: quadrícula Campinas*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. (Recursos naturais e meio ambiente, v. 6).
- OLIVEIRA, J. B. de; PRADO, H. do. *Levantamento pedológico semidetalhado dos solos do estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos*. Campinas: IAC, 1984. (Boletim técnico, v. 98)
- OLIVEIRA, V. A. de (coord.). *Manual técnico de pedologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. (Manuais técnicos em geociência, v. 4).
- OLIVEIRA, V. A. de et al. *Diagnóstico agroambiental do entorno do Parque Nacional das Emas: 1ª fase - pedologia, aptidão agrícola e uso atual das terras*. Goiânia: Agência Rural, 2003a.
- OLIVEIRA, V. A. de et al. *Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos, avaliação da aptidão agrícola e uso atual das terras da bacia de drenagem do Córrego das Pedras e do Ribeirão Jurubatuba no Estado de Goiás (cabecera do Rio João Leite)*. Goiânia: Agência Rural, 2003b. Não publicado.
- OLIVEIRA, V. A. de et al. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1984. (Levantamento de recursos naturais, v. 37). Não publicado.
- OLIVEIRA, V. A. de; AMARAL FILHO, Z. P. do; VIEIRA, P. C. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1982. p. 257-400. (Levantamento de recursos naturais, v. 26).
- OLIVEIRA, V. A. de; COSTA, J. R. S. *Levantamento detalhado dos solos da bacia do Córrego Taquara - Distrito Federal - DF*. Goiânia: IBGE, 1995. Não publicado.
- OLIVEIRA, V. A. de; FRAGA, A. G. C. Levantamento detalhado dos solos da estação experimental de zootecnia da Emgopa. In: DIAGNÓSTICO geoambiental da Estação Experimental de Zootecnia da Emgopa: Senador Canedo - GO. Goiânia: IBGE, 1995. p. 49-124. Não publicado.
- OLIVEIRA, V. de et al. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. p. 385-552. (Levantamento de recursos naturais, v. 32).
- OLIVEIRA, V. A. de; FRAGA, A. G. C. Levantamento detalhado dos solos da estação experimental Olavo Sérvulo de Lima da Emgopa: Jataí-GO. In: DIAGNÓSTICO geoambiental da Estação Experimental Olavo Sérvulo de Lima da Emgopa: Jataí-GO. Goiânia: IBGE, 1997. p. 49-115. Não publicado.
- ORIOLI, A. L. *Levantamento detalhado dos solos do Campo Experimental de Tangará da Serra - MT*. Cuiabá: Empa/MT, 1985. (Boletim de pesquisa, v. 2).
- ORIOLI, A. L.; AMARAL FILHO, Z. P. do; OLIVEIRA, A. B. de. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1982. p. 225-328. (Levant. recursos naturais, v. 27).
- PALMIERI, F.; SANTOS, H. G. dos. *Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos do município do Rio de Janeiro, RJ*. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1980. (Boletim técnico, v. 66).
- PRADO, H. do. *Solos dos Brasil: Gênese, morfologia, classificação e levantamento*. 2. ed. Rev. ampl. Piracicaba: FundAg, 2001.
- RANZANI, G. *Manual de levantamento de solos*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1969.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. *Pedologia: Base para distinção de ambientes*. Viçosa: Neput, 1995.

- SANTOS, H. G. dos et al. *Normas e critérios para levantamentos pedológicos*. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1989.
- SANTOS, H. G. dos et al. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Brasília: Embrapa-SPI, 1995.
- SANTOS, J. H. G. dos; VIEIRA, E. I.; SILVA, G. B. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. p. 229-352. (Levantamento de recursos naturais, v. 34).
- SANTOS, R. D. dos et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solos, 2005.
- SCHOENEBERGER, P. J. et al. *Field book for describing and sampling soil*. Lincoln, Nebraska: USDA-Natural Resources Conservation Service-National Soil Survey Center, 1998. s.p. Version 1.1.
- SILVA, G. B.; SANTOS, J. H. G. dos; CORRÊA, P. R. S. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1981. p. 277-391. (Levantamento de recursos naturais, v. 24).
- SOUZA, C. G. (coord.). *Manual Técnico de Pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. (Manuais técnicos em geociência, v. 4).
- WAKE, M.; VIANA, C. D. B.; SOUZA, C. G. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. p. 445-572. (Levantamento de recursos naturais, v. 30).
- YAMAZAKI, D. R.; COSTA, A. M. R. da; AZEVEDO, W. P. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. DNPM. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 247- 410. (Levantamento de recursos naturais, v. 18).